



## 电荷泵升压、AB/D类、低底噪、单声道音频功率放大器

### 特性

- 工作电压范围: 2.8V-5.5V
- 四种防破音自动增益控制 (AGC)
- 一线脉冲控制芯片各个工作模式
- 内置自适应电荷泵升压, 最高可以升高到6.5V
- 优异的爆破声抑制电路
- D类输出功率
  - at 1% THD+N
    - 4.1W, at  $V_{DD}=4.2V$ ,  $R_L=4\Omega$
    - 3.9W, at  $V_{DD}=3.7V$ ,  $R_L=4\Omega$
  - at 10% THD+N
    - 5.1W, at  $V_{DD}=4.2V$ ,  $R_L=4\Omega$
    - 4.2W, at  $V_{DD}=3.7V$ ,  $R_L=4\Omega$
- 效率高达90%的D类操作减少对散热片的要求
- 无需滤波器、低静态电流和低EMI
- 超低底噪、超低失真
- 出色的THD+N和无爆破音设计
- 满足ROHS要求的环保封装 ESOP-10

### 应用

- 各种蓝牙音箱、智能音箱
- 导航仪、智能家居
- 扩音器、扬声器设备
- 各种消费类音频产品

### 说明

LTK5313D 是一款内置自适应电荷泵升压、可用于AB/D可切换单声道无滤波器的D类音频功率放大器。在AB模式时, 可以实现收音无干扰。

LTK5313D在无需散热器D类输出模式, 10% THD+N下, 4.2V, 4Ω下, 可以输出5.1W的功率。

LTK5313D具有自适应升压功能, 当音乐幅度较小时, 升压电路不工作, 功放直接由电源直接供电, 当音乐幅度大到一定程度时, 升压会起来, 达到更大的输出功率。

LTK5313D具有低至70uV的底噪、优异的开关机爆破音抑制功能和全频率范围超低THD+N失真。

LTK5313D具有四种防破音AGC模式, 满足对声音不同的需求。

全差分结构有效提高了功放对RF噪声的抑制, 电荷泵升压模式简化了外围元器件, 无需电感、二极管, 从而达到降低外围成本的目的。

### 典型应用原理图

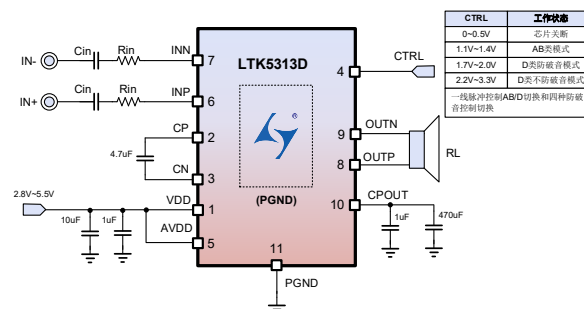


图1. LTK5313D应用原理图

### PCB注意事项

## Order and Marking Information

|                                                             |                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Assembly Material<br/>Handling Code<br/>Package Code</p> | <p>Package Code<br/>ES: ESOP-10<br/>Handling Code<br/>TR: Tape &amp; Reel<br/>Assembly Material<br/>G: Halogen and Lead Free Device</p> |
| <p>LTK5313D SO: </p>                                        | <p>X - Data Code<br/>Y - Lot Number</p>                                                                                                 |

Note: LTKCHIP 保留作出更改以改善可靠性或可制造性, 并建议客户在下订单前参考最新版本的相关资料。



## 管脚说明

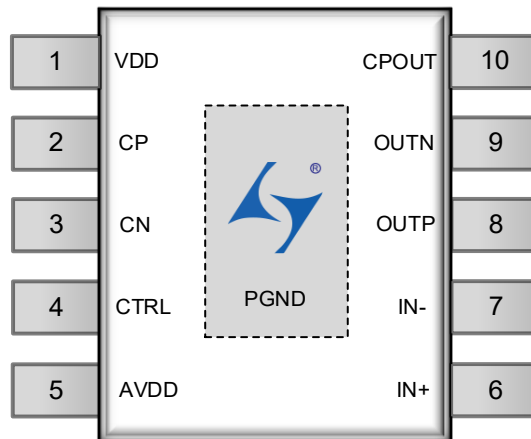


图2. LTK5313D管脚说明

## 管脚功能

| 序号 | 名 称   | IO | 功 能 说 明                                |
|----|-------|----|----------------------------------------|
| 1  | VDD   | P  | 功率电源输入                                 |
| 2  | CP    | I  | Flying电容正端                             |
| 3  | CN    | I  | Flying电容负端                             |
| 4  | CTRL  | I  | 工作使能控制，电压控制AB类、D类切换；同时具备一线脉冲控制AB类、D类切换 |
| 5  | AVDD  | P  | 模拟电源输入                                 |
| 6  | IN+   | I  | 信号输入正端                                 |
| 7  | IN-   | I  | 信号输入负端                                 |
| 8  | OUTP  | O  | 功放输出正端                                 |
| 9  | OUTN  | O  | 功放输出负端                                 |
| 10 | CPOUT | O  | 升压电源管脚，接输出电容                           |
| EP | PGND  | P  | 芯片衬底接地                                 |

极限工作条件(Note1)

| 符 号                 | 说 明                  |         | 范 围          | 单 位   |
|---------------------|----------------------|---------|--------------|-------|
| V <sub>VDD</sub>    | 电源电压                 |         | -2.8 to 5.5V |       |
| V <sub>OUTP/N</sub> | 输出OUTP/N             |         | -0.3 to 6.5V |       |
| I/O                 | VCTRL                |         | -0.3 to 5.5V |       |
|                     | IN+, IN-             |         | -0.3 to 5.5V |       |
| I <sub>OUT</sub>    | 功放输出端输出最大电流          |         | 3            | A     |
| P <sub>d</sub>      | 最大功耗                 | ESOP-10 | 400          | mW    |
| P <sub>TR</sub>     | 封装热阻 θ <sub>JA</sub> | ESOP-10 | °C /W        | °C /W |
| T <sub>J</sub>      | 结温度范围                |         | -40 to +180  |       |
| T <sub>STG</sub>    | 储存温度范围               |         | -40 to +150  | °C    |
| T <sub>SDR</sub>    | 焊接温度范围               |         | 260          |       |

Note 1. 绝对最大额定值是指设备的寿命可能收到损坏的值，在绝对最大额定条件下有可能会引起芯片的永久性损伤。



## 推荐工作条件

| 符 号      | 说 明   | 最小值 | 最大值 | 单位       |
|----------|-------|-----|-----|----------|
| $V_{DD}$ | 电源电压  | 2.8 | 5.5 | V        |
| $T_A$    | 环境温度  | -40 | 85  | °C       |
| $T_J$    | 结温度范围 | -40 | 125 |          |
| $R_L$    | 扬声器阻抗 | 3   | 8   | $\Omega$ |

## 电气特性

$A_V = 22\text{dB}$ ,  $V_{DD} = 3.7\text{V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$  (典型情况)

| 符 号          | 参 数      | 测 试 条 件                                                                 | 最小 | 典型  | 最大  | 单位               |
|--------------|----------|-------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|------------------|
| $I_{DD}$     | 静态电流     | D类                                                                      |    | 5   |     | mA               |
|              |          | AB类                                                                     |    | 6   |     |                  |
| $I_{SD}$     | 关断电流     | VTCRL=0V                                                                |    | 1   |     | $\mu\text{A}$    |
| $F_{OSC1}$   | D类PWM频率  | D模式                                                                     |    | 680 |     | kHz              |
| $V_{OS}$     | 输出直流偏差电压 | $R_L = 4\Omega$                                                         |    |     | 20  | mV               |
| $V_N$        | 噪声输出等效电压 | With A-weighted Filter, 22dB<br>$R_L = 4\Omega$                         |    | 70  |     | $\mu\text{Vrms}$ |
| $R_{DS(ON)}$ | 静态导通电阻   | $I_L = 1\text{A}$ 上边                                                    |    | 150 |     | m $\Omega$       |
|              |          | $I_L = 1\text{A}$ 下边                                                    |    | 120 |     |                  |
| $\eta$       | 效率       | $P_O = 0.5\text{W}$ , $R_L = 4\Omega + 33\mu\text{H}$                   |    | 80  |     | %                |
| $R_{IN}$     | 内置输入电阻   | D 类模式                                                                   |    | 20  |     | k $\Omega$       |
| $R_F$        | 内置反馈电阻   | D 类模式                                                                   |    | 480 |     | k $\Omega$       |
|              |          | THD+N=10%, $f_{in}=1\text{kHz}$<br>VBAT=4.2V $R_L = 4\Omega$            |    | 5.1 |     | W                |
| S/N          | 信噪比      | With A-weighted Filter<br>$P_O = 2.5\text{W}$ , $R_L = 4\Omega$         |    | 90  |     | dB               |
| PSRR         | 电源抑制比    | $R_L = 4\Omega$ , $f_{in} = 217\text{Hz}$ ,<br>$V_{RIPPLE} = 0.2V_{PP}$ |    | -80 | -60 |                  |

## 典型曲线 (TA=25°C)

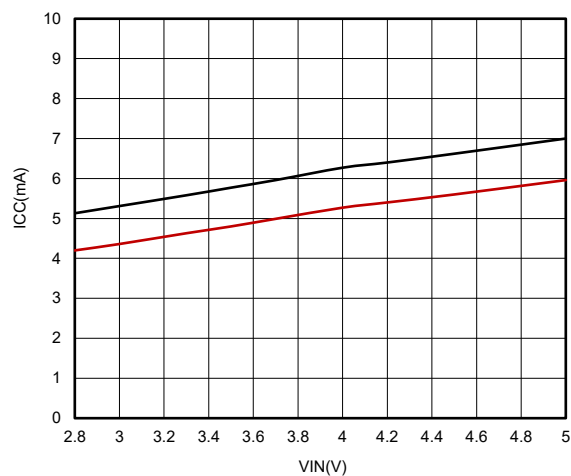


图3. AB/D 输入电源电压VDD vs 静态电流ICC

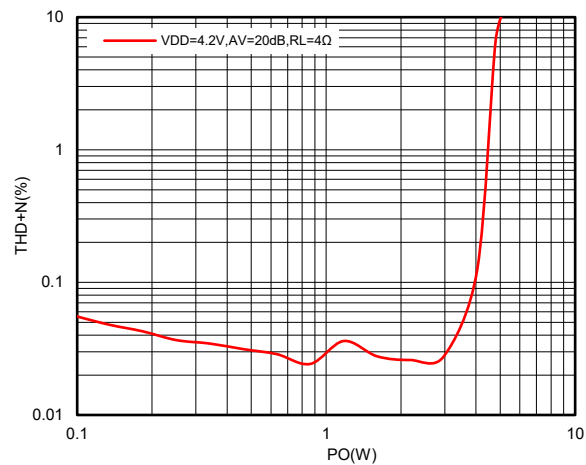


图4.D类模式功率vs失真THD+N (%)

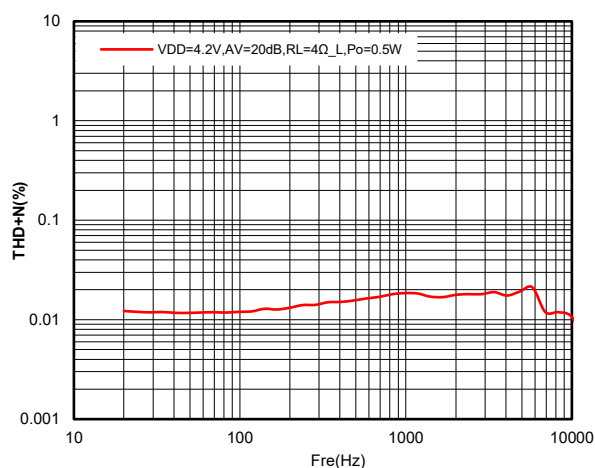


图5.频率vs失真THD+N (%)

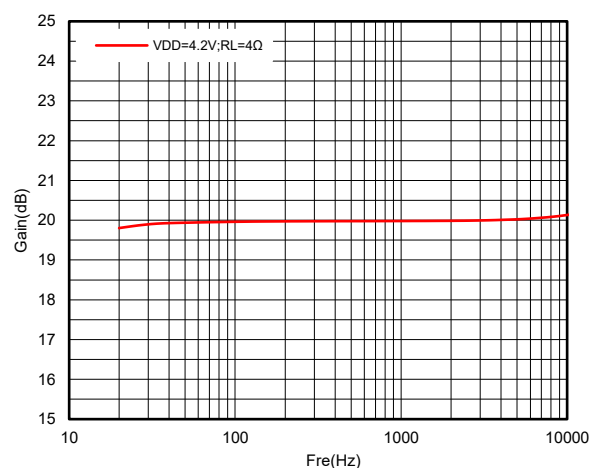


图7.频率vs增益

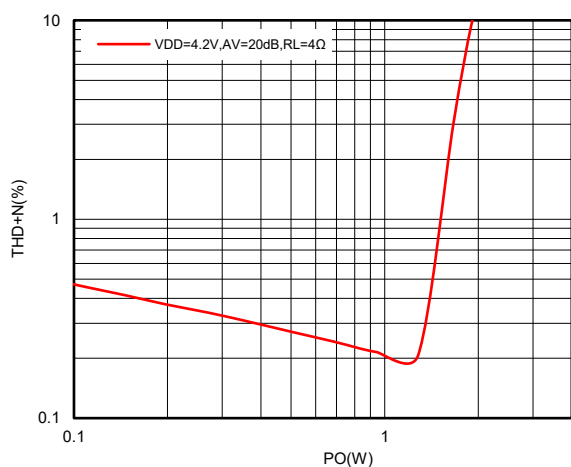
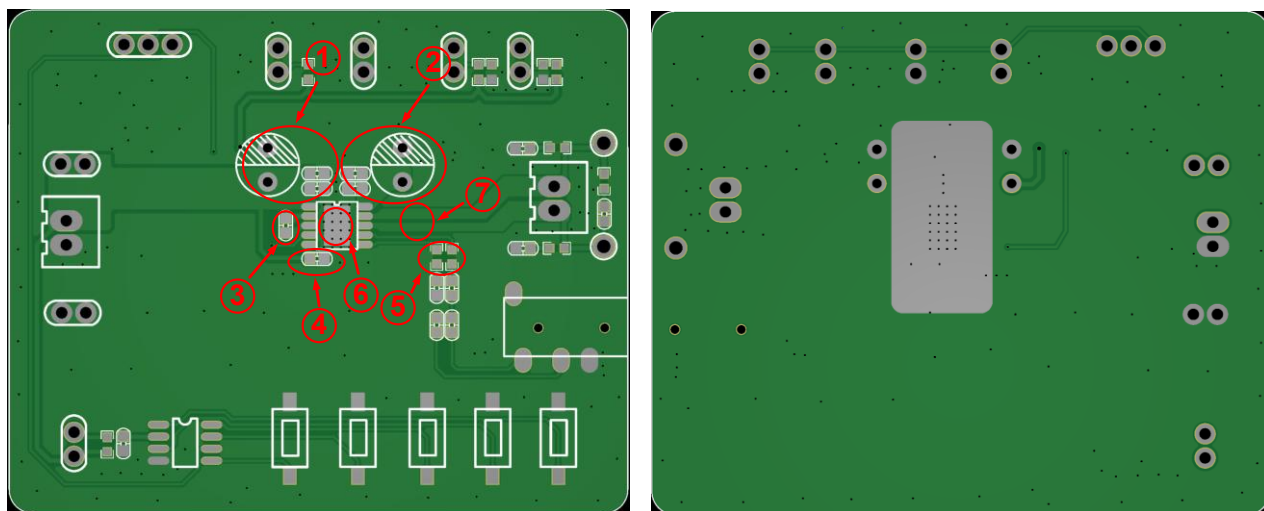


图7.AB类模式功率vs失真THD+N (%)

## 应用指南

### PCB 注意事项



1. 上图中（标识1）的位置为供电管脚，电源电容的插件电容和贴片小电容靠近芯片管脚放置，电容的GND端靠近芯片GND，滤波效果会更好。
2. PVDD（标识2）的插件电容和小体积贴片电容靠近芯片管脚放置，电容的GND端靠近芯片GND。
3. 芯片Flying电容（标识3）靠近芯片管脚放置。
4. AVDD管脚（5pin）贴片小电容（标识4），务必靠近芯片管脚，电容的GND端靠近芯片底部的GND。
5. 上述（标识5）为音源差分输入，输入电阻做到N和P网络应一致，提高整体的抗干扰能力。
6. 功放喇叭网络适当加粗，增加输出电流能力（标识7）。
7. 芯片衬底为芯片的PGND，务必连接到PCB的GND上；PCB在芯片底部开窗，与芯片衬底焊接，帮助芯片散热；底部打孔可以适当减小，防止因过炉时，锡膏流动后导致的假焊（标识6）；同时可以适当增加钢网开孔面积，防止出现芯片底部锡过少，而导致的假焊。

### VCTRL 功能说明

LTK5313D的CTRL是复合功能控制管脚，有两种控制方式：软件控制（一线脉冲）和硬件控制（电平控制）；一线脉冲控制的好处是可以节省主控IO，仅使用一个IO口即可切换功放多种工作模式。（硬件控制时低电平到高电平的时间应 $<1\text{ms}$ ）

| VCTRL          | 状 态       |
|----------------|-----------|
| $<0.5\text{V}$ | 关 断       |
| 1.1V-1.4V      | AB 类模式    |
| 1.7V-2.0V      | D 类防破音模式  |
| 2.2V-3.3V      | D 类不防破音模式 |

基于上表实际控制电压，在使用中可以根据系统做下面设置：

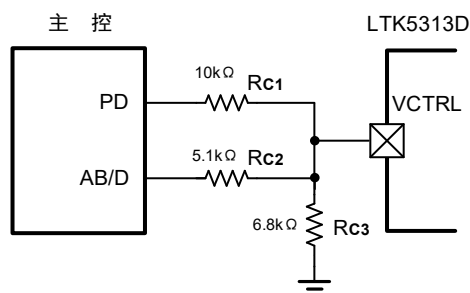


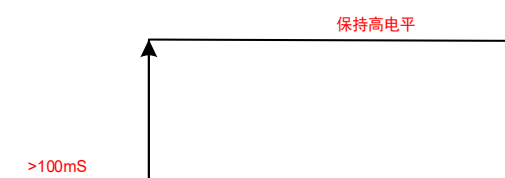
图9.VCTRL硬件控制设置

如图9, 如果主控的IO口为3.3V, 借助PD及AB/D两个IO口以及电阻分压电路实现各种模式切换, 当PD口及AB/D口同时为低电平时, 功放工作在关断状态; 当PD口为高电平, AB/D口悬空(高阻状态), RC1和RC3构成分压, 此时VCTRL引脚的电平1.19V ( $V_{CTRL} = VIO \cdot RC3 / (RC1 + RC3)$ ) 功放工作在AB类模式; 当PD口悬空(高阻状态), AB/D口为高电平时, RC2和RC3构成分压, 此时VCTRL引脚的电平为1.88V ( $V_{CTRL} = VIO \cdot RC3 / (RC2 + RC3)$ ) 此时工作在防破音模式。

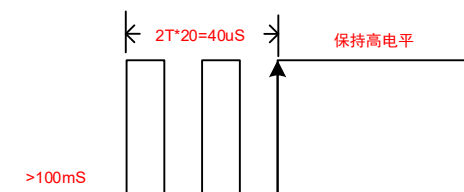
VCTRL的软件控制(一线脉冲):

不同的脉冲信号切换功放: D类防破音模式1 (AGC1: THD<6%)、D类防破音模式2、D类防破音模式3、D类防破音模式4、AB类模式和D类不防破音模式:

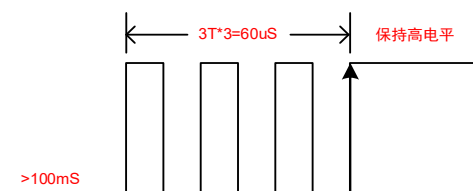
1、芯片切换到D类不防破音模式:



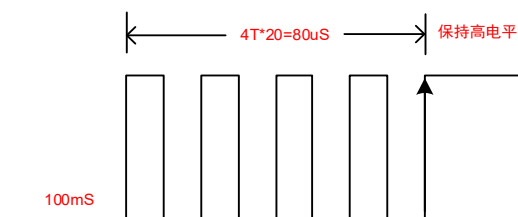
2、芯片切换到D类防破音模式1 (THD<6%):



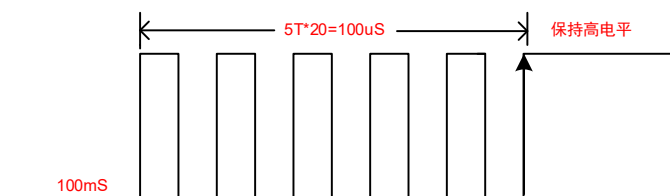
3、芯片切换到D类防破音模式2 (THD<5%):



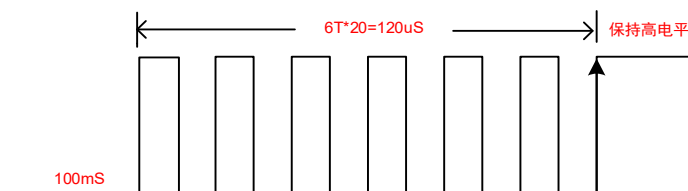
4、芯片切换到D类防破音模式3 (THD<3%):



5、芯片切换到D类防破音模式4 (THD<1%) :



6、芯片切换到AB类模式:



## 输入阻抗 $R_i$ 和 $C_i$

LTK5313D提供输入全差分结构, 要求输入电阻之间良好的匹配(差分输入电阻阻值一致), 可以提升PSRR、CMRR等性能。PCB布局时要尽可能靠近芯片的管脚位置。

芯片内部的输入电阻:  $R_i=20k\Omega$ ; 内部反馈电阻:  $R_f=550k\Omega$ ;

$R_{ex}$ 是外置输入电阻, 可以根据需要选用。

$$A_V = 20 \log * \frac{R_f}{R_{ex} + R_i} \quad (2)$$

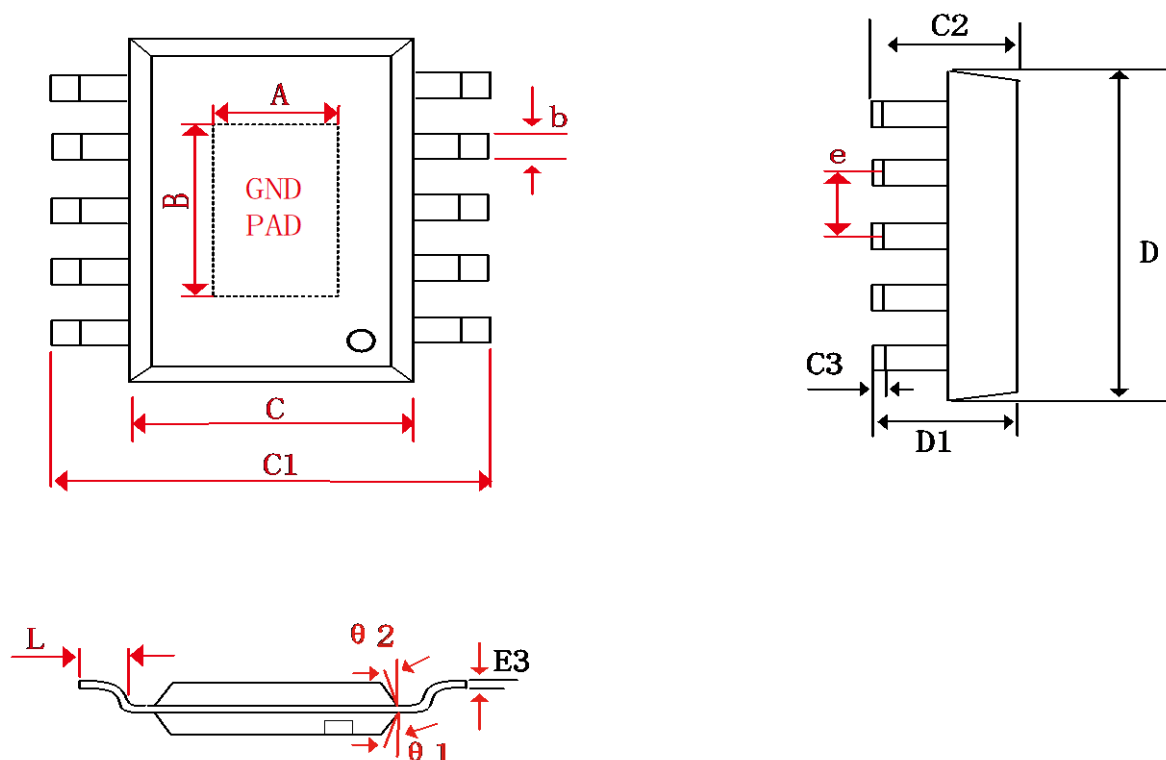
LTK5313D 的输入电容和输入电阻构成输入高通滤波器, 通过选取合适的电容, 来决定截止频率。

$$f_{C(Highpass)} = \frac{1}{2\pi R_i C_i} \quad (3)$$

电容的选取可以参考下面公式:

$$C_i = \frac{1}{2\pi R_i f_c} \quad (4)$$

## ESOP-10 封装信息



| Symbol   | Dimensions In Milli meters |       | Dimensions In Inches |       |
|----------|----------------------------|-------|----------------------|-------|
|          | Min                        | Max   | Min                  | Max   |
| A        | 1.80                       | 2.10  | 0.070                | 0.082 |
| B        | 3.10                       | 3.40  | 0.122                | 0.133 |
| b        | 0.38                       | 0.50  | 0.015                | 0.019 |
| C        | 3.80                       | 4.00  | 0.149                | 0.157 |
| C1       | 6.00                       | 6.20  | 0.236                | 0.244 |
| C2       | 1.35                       | 1.55  | 0.053                | 0.061 |
| C3       | 0.1                        | 0.25  | 0.004                | 0.010 |
| D        | 4.8                        | 5.0   | 0.189                | 0.197 |
| D1       | 1.35                       | 1.55  | 0.053                | 0.061 |
| e        | 1.00(BSC)                  |       | 0.039(BSC)           |       |
| L        | 0.520                      | 0.720 | 0.02                 | 0.028 |
| $\theta$ | 0°                         | 8°    |                      |       |

版本修改说明

| No. | 修改日期       | 版本   | 负责人       | 内 容      |
|-----|------------|------|-----------|----------|
| 1   | 2025年9月10日 | V1.0 | Wilson Li | 正式版第一版发布 |